Beiträge

zur

Kenntniss von Gymnema silvestre

und der

Wirkung der Gymnemasäure

nebst einem Vergleich der

Anatomie von Gymnema silvestre

mit Gymnema hirsutum

und anderen Gymnemaceen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

der hohen philosophischen Facultät

der Königlichen Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

Carl Busch,

Apotheker aus Bleckede a. d. Elbe.

Tag der mündlichen Prüfung: 26. Juni 1895.

Beiträge

zur

Kenntniss von Gymnema silvestre

und der

Wirkung der Gymnemasäure

nebst einem Vergleich der

Anatomie von Gymnema silvestre

mit Gymnema hirsutum

und anderen Gymnemaceen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

der hohen philosophischen Facultät

der Königlichen Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

Carl Busch,

Apotheker aus Bleckede a. d. Elbe.

Tag der mündlichen Prüfung: 26. Juni 1895.

Seinem lieben Vater

in Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535724_0181

Inhalts-Verzeichnis.

A. Einleitung.
B. Specieller Teil.
I. Makroskopie:
a. des Laubblattes,
b. der Frucht und Samen.
II. Mikroskopischer Teil:
a. Das Laubblatt,
b. Der Stamm,
c. Frucht und Samen.
III. Mikrochemische Reactionen.
IV. Die physiologische Wirkung und therapeutische Verwendbarkeit der Gymnemasäure.
V. Mikroskopie von Gymnema hirsutum.
a. Das Laubblatt,
b. Der Stamm.
VI. Vergleich zwischen Gymnema silvestre und Gymnema hirsutum, sowie Gymnema trinerve, brevifol., Muelleri, fruticulos, microden. und stenophyllum.

Die Asclepiadaceen, deren einheimischer Vertreter **Vincetoxicum officinale** ist, sind bislang selten pharmakologischen Prüfungen unterzogen worden, obwohl ihr Reichthum an Milchsäften und deren durchweg starke Wirkung bekannt war und dazu aufforderte, ihre medizinische Verwendbarkeit zu prüfen. Der Umstand, daß die Asclepiadaceen sich vorwiegend in vordem schwerer zugänglichen tropischen Gegenden finden, und die ungünstigen Resultate, die anfänglich bei der Untersuchung derselben in medizinischer Beziehung erzielt wurden, machen es erklärlich, daß wir bis vor kurzem außer der einheimischen keine einzige Asclepiadacee in medizinischem Gebrauch hatten. Erst neuerdings haben wiederholte und umfangreichere Untersuchungen tropischer Vertreter dieser Familie stattgefunden, und besonders die Species der Gymnemen hat dabei mehrfache Resultate ergeben, die lebhaftes Interesse hervorzurufen geeignet waren. So fand Greshoff[1]) bei der Prüfung von **Gymnema latifol.**, daß diese Pflanze neben Spuren eines Alkaloides Blausäure in Form von Amygdalin und zwar merkwürdiger Weise ohne Gegenwart von Emulsin enthielt. Weit interessanter und bedeutsamer aber war das Ergebnis der Untersuchungen, denen **Gymnema silvestre** unterzogen wurde und durch die festgestellt ward, daß die Blätter dieser Pflanze eine eigenthümliche Wirkung auf die Geschmacksnerven ausüben.

Die Species der Gymnemen ist zuerst von Brown aufgestellt, der sie characterisiert als hin und her windende Halbsträucher mit gegenständigen Blättern. Der Blütenstand bildet Trugdolden, die zwischen den Blattstielen stehen. Die Blumenkrone ist klein, becherförmig und fünfspaltig. Der Schlund derselben ist mit 5 gezähnten Schüppchen, die in einer Falte eingefügt sind, verdeckt. Die Staubfäden haben eine glatte wachsartige, zusammenhängende Pollenmasse von

[1]) Mededeelingen uits Lands Plantent VII. Batavia 1890, pag. 104.

keulenartiger Gestalt. Die schildförmigen Narben des Griffels liegen entweder diesem auf oder sind seitwärts angeheftet. Die leichten unbehaarten Balgfrüchte enthalten schopfig behaarte Samen, deren Hülle unbehaart, glatt und zart ist.

Gymnema silvestre wird von Roxburgh als eine stark verholzte Schlingpflanze mit langen und dünnen Zweigen geschildert, deren kleine goldgelbe Blumen mit der kugeligen Spitze der weißen einfachen Narben, die aus der Mitte hervorragen, aussehen wie in Gold gefaßte Perlen. Sie findet sich hauptsächlich in Vorder-Indien und hier wieder vorherrschend im Goa-Gebiet und den sog. Ghauts, weniger in der Umgebung von Bombay. Außerdem kommt sie in Hinter-Indien, Afganistan, Persien und auch in Afrika (Tunis) mehr oder weniger verbreitet vor. Erwähnt ist **Gymnema silvestre** bereits in der Anhangsliste der **„Indian Pharmacopoeia"** von 1868 und der **„Vegetable Materia medica of Western India"** von **Dr. W. Dymock**. Nach den Mitteilungen des letzteren wandten die Hindus schon lange die Wurzel der Pflanze im Aufguß oder als Pulver gegen den Biß giftiger Schlangen und als kräftiges Brechmittel an und gebrauchten das Pulver der Blätter als Schnupfenmittel. In Hindustan ist **Gymnema silvestre** bekannt unter dem Namen **Meransingi**[1]), eine Bezeichnung, die nach Hooper[2]) etwa mit „kleine Hügelpflanze" zu übersetzen wäre. In der Tamilsprache heißt sie **Stiru-Kurunja**, auf Malaga führt sie den Namen **Chem-kecriuiu**, in Bombay wird sie **Kavali-Wakandi** genannt.

Zuerst nun machte Edgeworth[1]) die merkwürdige Entdeckung, daß nach dem Kauen einiger Blätter der **Gymnema silvestre** die Geschmacksempfindung für Zucker aufhöre. Derselbe schmecke dann wie Sand, und zwar soll diese Wirkung 24 Stunden anhalten. Dagegen behauptet **Dr. Dymock**[1]), daß nach dem Genuß der Blätter Zucker nicht süß, sondern schwach kühlend salzig schmecke, und daß diese Wirkung nur 2 Stunden anhalte. Die Untersuchungen Hooper's[2]), der ächte Blätter in getrocknetem Zustande aus dem Guindypark in Madras durch den Gouverneur erhalten hatte, ergaben, daß nach dem Kauen einer zu geringen Quantität der Blätter Zucker schwach salzig schmecke, nach dem Genuß von zwei ganzen Blättern aber die Geschmacksempfindung völlig

[1]) The vegetable Materia medica.

[2]) Pharmaceutical Journal. Transact. 1887, p. 867.

aufgehoben sei, so daß eine Orange den Geschmack einer Citrone annimmt und Bitterstoffe wie Chinin und Brucin auf der Zunge wie Kalk schmecken. Diese Wirkung dauere ein bis zwei Stunden. Hooper, der eine chemische Analyse der Blätter anfertigte, fand als die ageusisch wirkende Substanz eine an Kalium gebundene Harzsäure, die er Gymnema-Säure nannte. Seine Analyse ergab folgende Resultate:

		%
Flüchtige Stoffe		—
Chlorophyll und Harze (ätherlöslich)		5.51
Gymnemasäure, Zucker, Weinsäure, Bitterstoffe	alcohollöslich	19.5
Gummi		1.45
Zucker, Kohlehydrate, Extractivstoffe	wasserlöslich	15.42
Eiweiß und Farbstoffe (alkalilöslich)		8.15
Calcium oxalic.		7.64
Pararabin		2.74
Asche		5.69
Cellulose		27.86

Die Blätter enthielten etwa 6 % Acid. gymnem. Letztere stellte ein grünes, in Wasser schwer, in Aether (?), Alcohol, Benzin und Chloroform (?) lösliches Pulver dar, das sich chemisch der Chrysophansäure ähnlich verhielt. Hooper gab der Säure die chemische Formel $C_{12}H_{55}O_{32}$. Er erklärt ihre Wirkung damit, daß sie mit Basen wie Strychnin, Chinin, Morphin ꝛc. unlösliche und daher geschmacklose Verbindungen eingehe. Da sie aber Substanzen wie Zucker, Saccharin ꝛc., mit denen sie keine unlösliche Verbindung eingeht, geschmacklos macht, dürfte diese Erklärung für ihre Wirksamkeit hinfällig sein.

Die Untersuchungen Hooper's stehen teilweise in Widerspruch mit denen des Apotheker Quirini[1]) in Themeswar, der aus Tunis Blätter von **Gymnema silvestre** erhielt. Wie in Indien die Wurzel, so wird hier eine Abkochung der Blätter bei Schlangenbissen und als Brechmittel vom Volke benutzt. Quirini fand, daß nur die süße Geschmacksempfindung nach dem Genuß der Blätter aufgehoben sei.

[1]) Gyogyasz Hétilap 1891, p. 378. Alois Quirini.
Pharmaceut. Post 1887, p. 128 u. 1889 p. 844, 1891 p. 669. Alois Quirini.

Goebel[1]) erklärte ihm damals, daß nur das Kauen frischer Blätter Ageusie für Bitter hervorrufe.

Quirini isolierte ebenfalls eine Säure, indem er Blätter pulverte, das Pulver mit 20% Sodalösung befeuchtete, es dann trocknete und nun mit Benzin 24 Stunden extrahierte. Die grünlich-braune Lösung dampfte er ein. Nach der Abkühlung fiel dann ein graugelber Niederschlag aus, der gesammelt und mit Aether ausgewaschen wurde. So gewann er etwa 4—5% der Säure. Getrocknet stellte dieselbe ein kristallinisches graubraunes Pulver von herbem säuerlichen Geschmack dar. Er nannte die Säure Gymnesinsäure und fand, daß sie unlöslich in Chloroform und Aether[2]), leichtlöslich in Alkohol, schwerlöslich in Wasser sei. Trotz dieser abweichenden physikalischen Eigenschaften scheint diese Säure identisch mit der von Hooper gefundenen zu sein. Quirini fand, daß die reine Säure Ageusie für Süß und Bitter bewirke und bestätigt mit Hooper, daß die saure, salzige und adstringierende Geschmacksempfindung unbeeinflußt bleibt.

Die Gymnesinsäure, von der Berthold[3]) spricht, ist offenbar ebenfalls identisch mit den oben genannten Säuren.

Zuerst wurde damals in Londoner[4]) medicinischen Kreisen, denen **Gymnema silv.** durch Vermittlung des englischen Gouverneurs von Madras leichter zugänglich war, deren Wirkung lebhafter besprochen. Professor Thiselton Dyer und Shore[5]) prüften die Eigenschaften der Pflanze und bestätigten sie. Durch die Veröffentlichungen des letzteren aufmerksam gemacht, untersuchte und besprach auch Professor Zuntz in Berlin im Verein für innere Medicin die Wirkung der Blätter: „Wenn man mit einem Infus derselben den Mund gründlich ausspüle und ein Stück Zucker in den Mund nehme, so sei es, als ob man eine sandige geschmacklose Masse kaue. Eine 1% Chininlösung

[1]) Gyogysz Hétilap 1891 p. 378. Alois Quirini.
Pharmaceut. Post 1887 p. 128 u. 1889 p. 844. 1891 p. 669. Alois Quirini.

[2]) Confer Hooper Chemical News 1887 p. 159 u. Pharmaceutical Journal.

[3]) Wiener medicin. Blätter 1887 p. 314.

[4]) Vgl. Aerztliche Rundschau 1883 Nr. 37, 38.
Süße und bittere Parageusie und ihre symptomatische Behandlung mit Gymnema silvestre.
Eigene Versuche an Diabetikern. Dr. v. Oefele.

[5]) Journal of Physiologie Bd. XI.

schmecke wie Wasser mit einem leicht bitteren Nebengeschmack." Zuntz schloß damals seinen Vortrag mit den Worten: „Bedenkt man, wie viele Patienten durch subjective bittere oder süße Geschmacksempfindungen gequält werden, so liegt der Gedanke nahe, in solchen Fällen durch ein derartiges Mittel Erleichterung zu schaffen und auch wohl durch Beseitigung allzu intensiver subjectiver Geschmacksempfindungen die Lust zum Essen zu fördern. Natürlich muß dann die Concentration des Infus eine solche sein, daß die Geschmacksempfindungen nur gemildert, nicht aufgehoben werden."

In Vorlesungen, die Professor L. Lewin[1]) hielt, bestätigt dieser die Eigenschaften der Pflanze: Sie lähme die Geschmacksempfindung für Süß und Bitter. Im Ingwerbackwerk nehme man nur den stechenden, nicht den süßen, beim Chinin nicht den bitteren Geschmack wahr. Die wirksame Gymnemasäure verursache bereits in $^1/_2$ % Lösung die spezifische Ageusie, wenn man sich damit den Mund ausspüle. L. nennt dies ein wirkliches Corrigens, mit dessen Verordnung man den Kranken einen Dienst erweise.

Dr. v. Oefele schreibt über eigene Versuche[2]): „Nach der Einwirkung der Säure auf meine Zunge trat für 2—3 Stunden — eine genaue Zeitgrenze ist nicht anzugeben, da sich die Wirkung bis zu ihrem gänzlichen Verschwinden allmählich abtönt — eine sehr geringe Empfindlichkeit für Süß und Bitter ein. Saccharin und Dulcin hätte ich für Milchzucker halten können, Chinin und Brucin gaben einen kaum merklichen bitteren Geschmack." — Zur Erzielung der gewünschten Aegeusie genügen nach Oefele Milligramme der reinen Säure, von der erst größere Dosen (0,3—0,4 gr.) unangenehme Nebenerscheinungen — Brechreiz — auslösen. Die Ungefährlichkeit der Säure bestätigt Professor Zuntz[3]), der erst bei Verfütterung größerer Mengen eine giftige Wirkung auf Tiere feststellen konnte.

Man glaubte jetzt bereits die physiologischen Untersuchungen über Gymnema abgeschlossen, als Prof. Rabow und Dr. Suchannek[4]) mit ihren überraschenden Veröffentlichungen hervortraten, in denen sie auf Grund instruktiver und ziemlich umfangreicher Versuche den Blättern

[1]) Berliner klin. Wochenschr. 1894. Nr. 28.
[2]) loc. cit.
[3]) Deutsche medicin. Wochenschrift 1894 p. 468.
[4]) Therapeut. Monatshefte 1894. August p. 403.

sowohl, wie der reinen Säure von Gymnema silvestre eine ageusische Wirkung für Bitter absprechen oder auf ein Minimum zurückführen. Infolge dessen beschloß ich, nunmehr eigene umfangreichere Versuche zu machen und wandte mich an das pharmakologische Institut des Herrn Professor Penzoldt hierselbst, der so liebenswürdig war, mir zu gestatten, im Institut Versuche darüber zu machen, ob überhaupt und inwieweit eine ageusische Wirkung für Bitter nach der Behandlung mit Gymnema eintritt. Ueber die Ergebnisse dieser Prüfung werde ich im speziellen Teil referiren.

Geschmackvermindernd wirken übrigens auch die grüngelben, Milchsaft haltigen Fruchtschalen von Gymnema silvestre, während die Samen eine ageusische Wirkung nicht besitzen. Ferner führte die Untersuchung der Blätter einiger anderer Gymnemen zu der interessanten Thatsache, daß auch Gymnema hirsutum[1]) die spezifische Gymnemasäure enthält, wenngleich nicht so reichlich, wie Gymnema silvestre. Um so rathsamer erschien es, die anatomischen Verhältnisse der ersteren im Vergleich mit denen von Gymnema silvestre zu studiren.

Die Untersuchung auf etwaige ageusische Wirksamkeit habe ich infolge der Liebenswürdigkeit des Herrn Professor Baron v. Müller, der mir eine Anzahl australischer Gymnemen übersandte, noch auf die Blätter von Gymnema trinerve, brevifol., microdenio, Muelleri, stenophyllum und schließlich auf die asiatische Gymnema fruticula ausdehnen können.

Ich erhielt jedoch nirgends Resultate. Die Versuche, die Greshoff mit Gymnema latifol. und Gymnema nitens anstellte, verliefen negativ. — Fol. Gymnemat. silvestr. sind seit einiger Zeit bei der Firma E. Merck, Darmstadt, erhältlich. Sie sind ziemlich stark mit Stengeln und oft mit den Früchten der Pflanze vermischt. Die genannte Firma stellt bereits die Gymnemasäure aus ihnen dar und bringt dieselbe in großer Reinheit als hellgelbes kristallinisches Pulver in den Handel. Der Gehalt der Blätter an Säure ist, wie mir die Fabrik mittheilte, schwankend und beträgt der Gewinn reiner Säure durchschnittlich nur bis 2% des in Arbeit genommenen Materials. Die bedeutend höheren Angaben Hoopers und Quirinis sind demnach jedenfalls auf ein nicht reines Präparat zu beziehen.

[1]) Therapeut. Monatshefte l. cit.

I. Makroskopischer Teil.

a. Das Laubblatt.

Die gegenständigen, ziemlich kurz gestielten Blätter haben eine Länge von 4—6 cm und eine Breite von 3—4 cm. Sie sind einfach und ganzrandig, nach vorn etwas zugespitzt und von elliptischer oder eiförmiger Gestalt; selten sind sie am Grunde herzförmig. Die Oberseite ist bedeutend dunkler grün gefärbt als die graugrüne, glänzende Unterseite. Beide Seiten sind verschieden stark behaart; meistens sind die Nerven auf der Unterseite stärker behaart wie die Blattfläche. Der mediane Nerv tritt auf dieser Seite stark, auf der oberen Seite nur sehr wenig hervor. Gleich nach seinem Eintritt in die Blattspreite zweigt sich rechts und links in fast gleicher Höhe je ein Seitennerv ab. Diese Abzweigung wiederholt sich noch einige Male in der Weise, daß der eine Seitenzweig abwechselnd links bezw. rechts tiefer liegt als der andere. Die einzelnen Bündel verlaufen, eine geringe Curve bildend, annähernd parallel zu einander und entsenden nach beiden Seiten Gefäßbündel dritten Grades, die mit denen vierten Grades ein zartes engmaschiges Netz bilden. Dieses ist auf der Unterseite sehr deutlich, auf der Oberseite meistens nur bei durchfallendem Licht gut sichtbar. Die Blätter fühlen sich etwas lederartig an. Der behaarte Blattstiel hat bei einer Länge von 1 cm einen Durchmesser von 0,6—0,9 mm. Die trockenen Stengel sind von mattglänzend graugrüner Farbe und mehr oder weniger behaart. Die Rinde erscheint auf dem Querschnitt dicker wie das Holz. Das Mark ist mehr oder weniger geschwunden, so daß der Stengel etwas hohl ist.

b. Die Frucht.

Die Früchte der **Gymnema silvestre** sind Balgfrüchte, die ungefähr die Form einer Spindel besitzen. Sie sind unbehaart und haben eine Länge von 5—6 cm und an der dicksten Stelle einen Querdurchmesser von 6—7 mm. Das Gewicht der einzelnen trockenen Frucht beträgt etwa 0,4 gr. Im ausgereiften Zustande ist dieselbe an der ventralen Längsnaht aufgesprungen und man sieht durch den Spalt die Samen mit den Haarbüscheln. Die Frucht ist einfächerig und sitzt dem kleinen verwachsenen und verholzten Kelch auf. Die äußere Fruchtschale sieht hellgrün bis graugrün aus und besitzt nur schwachen oder

keinen Glanz. Sie ist etwas längsstreifig und hat einen Querdurchmesser von 1,2 mm. Auf der Innenseite ist sie glänzend hellgelb und sieht wie poliert aus. Man erkennt sofort mit bloßem Auge zwei Hauptpartieen an der Fruchtschale, zwischen denen eine sehr dünne Mittelschicht liegt, die erst beim Ablösen der inneren Partie sichtbar wird. Diese innere Wandung springt, wenn man die Fruchtschale hin und her biegt, meistens streckenweise aus. Sie ist sehr hart und querbrüchig, während die äußere Schale biegsam und leicht der Länge nach spaltbar, dagegen schwer quer zu zerreißen ist. Der Fruchtkelch bleibt stets an dem kurzen und dünnen Fruchtstiel zurück, wenn die Frucht abfällt. Diese enthält durchschnittlich 8—10 Samen.

Die Samen sind sehr leicht — sie wiegen nur ca. 0,025 gr — und sitzen mit ihrem spitzeren Ende einem Haarschopf auf. Uebrigens sind sie unbehaart, haben eiförmige Gestalt und sehen plattgedrückt aus. Ihre Länge beträgt etwa 12 mm, ihre größte Breite 5—6 mm, ihr Querdurchmesser in der Mitte 0,6 mm. Die Samen sind beiderseits geflügelt. Die Flügel sind dunkler gefärbt, wie die übrige Samenschale und brechen leicht ab. Die Oberfläche der Samen ist glatt, schwach glänzend und von bräunlich gelber Farbe, etwas dunkler in der Nähe der Raphe, die als schwacher Strich von der Spitze nach dem unteren Ende zu verläuft. Die Samenschale ist dünn, die Flügel jedoch stark verdickt, die Ansatzstelle derselben ist bei durchfallendem Licht durchscheinend. Auf dem Querschnitt sieht man die zarten Cotyledonen in einem der Samenschale anhängenden Endosperm liegen.

Die Samen sind, wie erwähnt, mit einem Haarschopf versehen. Derselbe besteht aus seidenartig sich anfühlenden, glänzendweißen langen weichen Haaren, die in einem Knoten zusammengeschlossen sind, der schwach gelb erscheint. Die Haarbüschel haben eine Länge von etwa 2,5 cm. Während die derben Flügel mechanischen Zwecken — als Schutz — dienen, bezwecken die Haarschöpfe die Verbreitung des Samens durch die Luftströmung.

II. Mikroskopischer Teil.

a. Das Laubblatt.

Die obere Epidermis besteht aus im Querschnitt annähernd quadratischen Zellen, deren innere, den Palissaden zugekehrte Zellwand

oft etwas ausgebuchtet ist. Ihr Längsdurchmesser beträgt 0,018 bis 0,02 mm, ihr Querdurchmesser 0,02—0,022 mm. Auf der Flächenansicht zeigen sie geradlinig begrenzte polyedrische Gestalt. Die Cuticula ist kräftig entwickelt und zeichnet sich durch deutlich sichtbare Strichelung aus (Flächenansicht). Die Zellen der Epidermis wachsen oft zu konischen 4—8zelligen Haaren aus; dieselben sind meist stark verdickt, so daß ihr Lumen oval und klein wird. Außerdem sind die äußeren Zellwandungen mit Verdickungen in Form kleiner Wärzchen besät. Häufig sind die Haare abgefallen, die dann in der Epidermis zurückbleibende Oeffnung ist in ihren Umrissen verkorkt. Das Palissadengewebe ist einschichtig und besteht aus langgestreckten schmalen und chlorophyllreichen Zellen. Ihr Längsdurchmesser beträgt 0,046, ihr Querdurchmesser 0,011 mm. Sie schließen lückenlos aneinander und werden nur da, wo die primären und sekundären Nerven verlaufen, in geringer Ausdehnung durch ein kollenchymatisches Gewebe verdrängt. Unter den Palissadenzellen liegt das aus kleineren und größeren, teils isodiametrischen teils oblongen Zellen gebildete spongiöse Parenchym. Es enthält ebenfalls viel Chlorophyll. In seiner mittleren Zone liegen in ziemlich regelmäßigen Abständen Kristalldrüsen aus oxalsaurem Kalk.

Eine auffallende Erscheinung bilden kleine kugelige, glänzende Körper, die sich im Palissadengewebe sowohl wie im Schwammparenchym in der Ein- oder Zweizahl finden und besonders schön hervortreten, wenn man die Schnitte mit Javelle'scher Lauge behandelt. Auf diese Körper, die sich chemischen Agentien gegenüber sehr indifferent verhalten, werde ich im mikrochemischen Teil zurückkommen.

Das Schwammparenchym wird von der unteren Epidermis begrenzt, die aus etwas gestreckten kleinen Zellen besteht. Der Längsdurchmesser derselben beträgt 0,016 mm, ihr Querdurchmesser nur 0,012 mm. Auf der Flächenansicht zeigen sie geradlinig begrenzte polyedrische Gestalt. Die Cuticula ist auch hier stark entwickelt und deutlich gestrichelt. Die Behaarung der unteren Epidermis entspricht der der oberen. Aber während dieser Spaltöffnungen gänzlich fehlen, ist jene mit solchen dicht besät, sodaß auf 1 qmm durchschnittlich 120—140 Spaltöffnungen kommen. Dieselben zeigen ovale Form, ihre Zuführungsspalte ist gestreckt und schmal.

Die Struktur des medianen Nerven ist folgende: In dem bicollateralen Gefäßbündel sind die Holzelemente in radialen Strahlen halbkreisförmig geordnet, so daß das mediane Bündel am stärksten

entwickelt ist und die Größe der anschließenden Bündel, nach beiden Seiten hin eine Sichel bildend, abnimmt. Infolge dessen ist der Nerv auf der Unterseite kuppelartig hervorgewölbt. Am äußersten Ende des Xylems besteht der Strahl aus einigen Spiralgefäßen, an die sich nach innen zu ringförmig verdickte sowie getüpfelte Gefäße anschließen. Der Durchmesser der Tracheen steigt im Bündel von 0,008 auf 0,017 mm. Der der Unterseite des Blattes zu liegende Siebteil besteht aus zartwandigem Parenchym von langgestreckter rechtwinkliger Gestalt, collabierten Siebröhren und zahlreichen Kristallschläuchen und ungegliederten Milchröhren. Die Kristallschläuche sind von beträchtlicher Länge und eng gekammert. Jede Kammer enthält eine kleine Kristalldruse aus Calciumoxalat bestehend. Die Milchröhren sind mit gelblichem körnigen Inhalt angefüllt. An das Phloëm setzt sich ein parenchymatisches Gewebe aus zartwandigen längsgestreckten Zellen an. Das Lumen derselben vergrößert sich zunächst und nimmt dann nach außen zu wieder ab. Viele Zellen enthalten große Kristalldrusen. Chlorophyll ist wenig vorhanden. Diese Partie ist mit Aesten der Milchröhren durchsetzt. Sie wird nach außen begrenzt von einem Collenchymstreifen. Derselbe ist in der Mitte etwa 5 Zelllagen breit und verjüngt sich keilförmig nach der Blattspreite hin, bis zur dritten oder vierten supepidermialen Zelle reichend. Die Zellwände des callösen Gewebes sind stark verdickt und besitzen kräftiges Lichtbrechungsvermögen. Das Zelllumen ist isodiametrisch oder oblong und geht nach außen zu von 0,03 mm auf 0,16 mm zurück (Querschnitt). Die die Nerven bedeckende Epidermis wird von stark verdickten, im Verhältniß zur Epidermis der Blattspreite kleineren Zellen mit isodiametrischen Lumen gebildet, die auf der Flächenansicht rechtwinklige Gestalt haben.

Oberhalb des Xylems liegt zunächst der hier schwächer entwickelte Siebteil, der nur von Milchröhren, dagegen nicht von Kristallschläuchen begleitet ist. Auch hier folgt auf ein an Umfang geringes parenchymatisches zartes Gewebe ein Collenchymstreifen. Derselbe umfaßt etwa drei Zelllagen und verjüngt sich schnell zur Blattspreite. Die Palissadenzellschicht ist bei den primären und sekundären Nerven durch das Collenchym-Gewebe unterbrochen. Bei den Bündeln dritten und vierten Grades zeigt das Mesophyll dieselbe Ausbildung wie in den bündelfreien Teilen des Blattes. Nur ist das spongiöse Parenchym hier geschlossen und zeigt weniger große Intercellularräume.

b. Der Stamm.

1. Außenrinde.

Die Epidermis besteht aus kutikularisierten etwas tangential gestreckten Zellen, deren Lumen infolge starker Verdickung der Zellmembran reduzirt ist und oval erscheint. Die Außenwände sind meistens etwas emporgewölbt. Der vertikale Durchmesser der Zellen schwankt zwischen 0,012 und 0,014, der tangentiale zwischen 0,018—0,02, der radiale zwischen 0,012 und 0,014 mm. Die Behaarung der jungen Zweige besteht in konischen 4—8-zelligen Haaren, deren Zellwände oft so stark verdickt sind, daß ihr Lumen nur noch die Gestalt eines Spaltes, in der basalen Zelle Dreiecksform hat. Die Zellen der Epidermis sind stets inhaltlos. Auf dieselbe folgt ein Korkgewebe, das aus 5 oder 6 Zelllagen besteht, deren Wände gelbbräunlich gefärbt sind. Die Korkzellen haben vorwiegend die Form eines tangential gestreckten Rechtecks (Qu. Sch.), seltener sind sie quadratisch gebaut. Der vertikale Durchmesser beträgt 0,018—0,022, der tangentiale 0,02—0,028, der radiale 0,016—0,02 mm. Oberhalb der innersten verkorkten Zellreihe liegen ab und an kurze Streifen von Steinzellen. Dieselben sind dadurch entstanden, daß die tiefer beginnende Korkbildung Zellen des primären Rindenparenchyms abgeschnitten hat. Dieselben sind dann sklerisiert. Das Korkcambium ist sehr deutlich zu erkennen, und trennt die Außenrinde von der Mittelrinde. Erstere hat einen Durchmesser von 0,092 mm.

2. Mittelrinde.

Die ersten Reihen des primären Rindenparemchymgewebes sind etwas kallös verdickt und besitzen in den Kanten Lichtbrechungsvermögen. Sie schließen lückenlos aneinander. Auf dem Querschnitt ist ihr Lumen oval, der tangentiale Durchmesser ist der größere und beträgt 0,016—0,018 mm, der radiale 0,01—0,012 mm. Auf dem Längsschnitt zeigen die Zellen gestreckt rechtwinklige Gestalt mit abgerundetem Lumen. Ihre Länge beträgt 0,026—0,03 mm. Sie enthalten protoplasmatische Substanzen, Stärkörner und einige auch Kristalldrusen aus Calciumoxalat. Weiter nach innen zu werden die Zellen zartwandiger und zunächst großlumiger, indem gleichzeitig ihr vertikaler Durchmesser etwas abnimmt. Sie sind meistens abgerundet tangential gestreckt und bilden mit den Nachbarzellen kleine Intercellularräume. An der Grenze der

Bastfaserguppen hat sich ihr Lumen von ca. 0,024 mm wieder auf ca. 0,017 mm verringert, gleichzeitig ist ihre Länge von 0,028 auf 0,046 gestiegen. Hier sind die Zellen rechtwinklig auf einander gestellt. Ab und an ist das primäre Rindenparenchym von Milchröhren durchbrochen. Dieselben sind ungegliedert und führen gelblichen körnigen Inhalt. Der Querdurchmesser der Mittelrinde beträgt 0,14 mm.

3. Innenrinde.

Das Siebbündelsystem ist nach außen von Bastfasergruppen ringförmig begrenzt. Dieselben bestehen aus 10—25 Fasern. Auf dem Querschnitt zeigen sie teils polyedrische, teils ovale Form und erreichen einen Durchmesser von 0,01—0,02 mm bei sehr erheblicher Länge. Auf ihrem Längsverlauf sind sie oft plötzlich erweitert, um dann wieder ein ganz enges Lumen anzunehmen. Dieser Erscheinung begegnen wir, wie de Bary angiebt, bei den Asclepiadaceen sehr häufig. Infolge dessen ist die Größe des Lumens der Bastfasern großen Schwankungen unterworfen. Meistens ist es eng und radial zusammengepreßt. Mit Schwefelsäure und Jod, sowie mit Chlorzinkjod geben die Bastfasern Cellulosereaktion. Mit Phloroglucin und Salzsäure färbten sie sich kaum oder doch nur in der Mitte. Dies erklärt sich leicht daraus, daß, wie de Bary[1]) bereits nachgewiesen hat, die Bastfasern oft fast garnicht verholzt sind, und besonders oft die abgrenzende Membranlamelle eine unverholzte weiche Cellulosehaut ist, welche die Fasermembran scheidenartig umgiebt[2]). Diese Membranlamelle hob sich im vorliegenden Falle deutlich ab, im übrigen war die Schichtung kaum zu beobachten.

Die Differenzierung des Weichbastes stieß hinsichtlich des Nachweises der Siebröhren auf Schwierigkeiten. Der Weichbast war zusammengedrückt, die Siebplatten hatten durch Callusbildung dauernden Schluß erfahren. Als charakteristische Begleiter der Siebröhren finden sich zahlreiche Kristallschläuche von erheblicher Ausdehnung. Sie sind eng gekammert und jede der Kammern, die einen vertikalen Durchmesser von 0,013 mm, einen Querdurchmesser von 0,012 mm haben, enthält eine Kristalldruse aus Calciumoxalat. Weitere Begleiter des Phloems waren ungegliederte Milchröhren. Der Querdurchmesser derselben betrug 0,012 mm. Das übrige Gewebe des Weichbastes besteht aus vertikal

[1]) De Bary.

[2]) Graf z. Solms-Laubach. Bot. Zeit. 1874 p. 516.

gestreckten, sehr zartwandigen, rechtwinklig aufeinander gestellten Zellen, die auf dem Querschnitt vorwiegend ovale Form haben. Ihr Durchmesser beträgt in vertikaler Richtung 0,06—0,075, in tangentialer und radialer Richtung 0,016—0,025 mm.

4. Der Holzkörper.

Die Elemente, aus denen sich der Holzkörper zusammensetzt, bestehen vorwiegend aus Prosenchymfasern und verholztem Parenchym. In dem in radialer Richtung angeordneten Holz sind Tracheen und Tracheïden in verschiedener Menge und Größe zerstreut. Die Tracheen der primären Gefäßbündel bestehen aus Spiral-, seltener aus ringförmig verdickten Gefäßen. Die Spiralleisten sind einfach, die Ringleisten sind bisweilen infolge geringen Collabierens der Zellwand aus ihrer horizontalen Lage gerückt und stehen schief oder vertikal. Die sekundär entstandenen Tracheen und Tracheïden sind sämmtlich getüpfelt. Die Größe der ersteren steigt im ganzen nach außen zu, jedoch nicht regelmäßig. Bisweilen liegen am äußeren Rande des Holzes neben sehr weitlumigen Gefäßen solche mit bedeutend geringerem Lumen. Messungen derselben ergaben von innen fortschreitend als Querdurchmesser 0,01, 0,015, 0,024, 0,04, 0,055 mm, neben letzteren liegend solche mit 0,03 mm Durchmesser. Ihre Querwände sind verschieden geneigt, in den weitlumigen Gefäßen aber meistens horizontal und ganz durchbrochen. Die Perforirung ist rund. Die Länge der einzelnen Gefäßglieder beträgt 0,18—0,24 mm. Die behöften Tüpfel sind spaltförmig und liegen mit dem Spalt horizontal.

Die verholzten Parenchymzellen sind mehr oder weniger vertikal gestreckt, rechtwinklig gebaut und einfach rund getüpfelt. Ihr radialer Durchmesser beträgt 0,015—0,025 mm, der tangentiale 0,014—0,016 mm, der vertikale 0,032—0,06 mm.

Die Tracheïden sind hofgetüpfelt und erreichen bei einer Länge von 0,25—0,3 mm einen Durchmesser von 0,017 mm. Das übrige Holz besteht aus langen zugespitzten Prosenchymfasern, deren Spitzen beiderseits etwas angebogen sind. Die Fasern sind sämmtlich hofgetüpfelt, eine Erscheinung, die für die Asclepiadaceen allgemeine Regel und von anatomisch systematischem Werth ist, und auf die Solereder[1]) zuerst hingewiesen hat. Die Tüpfel sind spaltförmig und liegen mit

[1]) Dissertation.

dem Spalt schräg. Die Tüpfelung ist nicht reichlich. — Die Prosenchymfasern haben eine Länge von 0,27—0,35 mm und einen Durchmesser von 0,012—0,014 mm.

Die Markstrahlen bestehen aus vertikal gestreckten rechtwinkligen Zellen. Sie verlaufen einreihig und kennzeichnen sich auf dem Querschnitt schon durch ihr schmales radial gestrecktes Lumen. Sie sind verholzt und einfach rundgetüpfelt. Im sekundären Holz sind sie da, wo sie an gefäßartige Elemente stoßen, hofgetüpfelt und dadurch mit diesen verbunden. Sie führen Stärkekörner. Ihr vertikaler Durchmesser beträgt 0,035, der radiale 0,016, der tangentiale 0,011 mm.

Der Holzkörper ist anormal entwickelt und zeigt Einbuchtungen von oft großer Ausdehnung, die von phloëmartigen Elementen erfüllt sind. Diese Erscheinung, der wir in sehr characteristischer Form bei Bignoniaceen begegnen, und die auch die Asclepiadaceen Condylocarpon und Echites zeigen, ist bei Gymnema silvestre zuerst von de Jussieu[1]) bemerkt worden. Die Einbuchtungen, die der Holzkörper hier zeigt, sind sehr unregelmäßig und verschieden, so daß das Holz ein mehr oder weniger verzerrtes Aussehen erhält. Nur in einem Falle fand ich die abnormale Entwickelung so nach zwei Richtungen hin ausgeglichen, daß der Holzkörper zwei sichelartige Hälften bildete, die sich mit den Spitzen berührten. An diesen betrug der Querdurchmesser des Xylems nur 0,026 mm, während er an der stärksten Stelle 0,27 mm, also das Zehnfache, erreichte.

Vorwiegend ist der Holzkörper an vier, seltener nur an zwei einander gegenüber liegenden Strecken in der Entwickelung zurückgeblieben. Dann sind die Gefäße desselben hauptsächlich in den stärker entwickelten Partien zu finden, während die schwächeren fast nur aus prosenchymatischen Zellen bestehen.

3. Das intraxyläre Phloëm und Mark.

Auf die Bicollateralität der Asclepiadaceen hat zuerst Mohl[1]) hingewiesen und später hat Solereder[2]) das regelmäßige Vorkommen eines intraxylären Phloëms bei den Asclepiadaceen bestätigt. Dasselbe bildet im vorliegenden Falle eine an das Holz angrenzende continuierliche

[1]) Archives du Muséum d'hist. nat. III. 1843 p. 106.
[2]) Botan. Zeit. 1855.
[3]) Dissertation.

Schicht. Siebröhren konnte ich nicht mehr mit Sicherheit nachweisen. Auch hier waren Milchröhren beständige Begleiter des Siebteils. Kristallschläuche dagegen, an denen das extraxyläre Phloëm so reich war, fehlten dem inneren.

Die Zellen des Markes bestehen aus unverholztem zartwandigem Parenchym. Sie sind in vertikaler Richtung gestreckt. In der Nähe des intraxylären Phloëms sind sie am längsten. Hier beträgt ihr vertikaler Durchmesser 0,045—0,05, der radiale und tangentiale 0,018 bis 0,02 mm. Nach innen zu vergrößert sich ihr Lumen, das vorwiegend isodiametrisch bleibt, und zugleich nimmt ihr vertikaler Durchmesser ab und sinkt auf 0,035 mm. Der Querdurchmesser steigt bis zu 0,027 mm, doch nicht regelmäßig, so daß auch kleinere Zellen inmitten größer liegen. Das ganze Mark ist mit zahlreichen ungegliederten Milchröhren durchsetzt, die einen Querdurchmesser von 0,018—0,022 mm haben. Ihr harziger Inhalt läßt sich mit Alkannin tingieren und bräunt sich mit Ueberosmiumsäure, so daß sie sich nach Anwendung dieser Mittel auf dem Querschnitt vom übrigen Gewebe abheben. Die übrigen Zellen des Markgewebes enthalten teils Stärkekörner, teils große Kristalldrusen aus Calcium oxalic. Das Mark schrumpft bald zum Teil, so daß der Stengel mehr oder weniger hohl wird.

c. Fruchtschale.

Die Zellen der Epidermis sind sowohl auf dem Querschnitt wie auf dem Längsschnitt annähernd quadratisch gebaut. Der Durchmesser schwankt in den drei Richtungen zwischen 0,016 und 0,02 mm. Die Zellwände sind verdickt und kutikularisiert, das Zelllumen ist abgerundet viereckig und inhaltlos. Unter der Epidermis liegt ein aus drei Zelllagen bestehendes Gewebe, dessen Wände collenchymatisch verdickt sind. Auf dem Querschnitt ist ihr Lumen teils isodiametrisch, teils oblong und variiert in der Größe. Im allgemeinen nimmt diese nach innen hin zu. Auf dem Längsschnitt sind sie meistens gestreckt, ihr Lumen ist oval. Der Durchmesser erreicht hier 0,022 mm, der tangentiale und radiale 0,012—0,02 mm. Der Inhalt der Zellen besteht aus gelbgrünen protoplasmatischen Substanzen, die sich mit Jod tief gelb färben. Auf dies Gewebe folgt ein Parenchym von zarterer Beschaffenheit. Dasselbe nimmt den ganzen Raum der Fruchtschale bis zu den Gefäßbündeln hin ein und besteht aus im Querschnitt vorwiegend tangential

gestreckten oblongen, weniger isodiametrischen Zellen. Die Größe derselben steigt nach innen hin tangential von 0,025 auf 0,05, radial von 0,019—0,032 mm, doch liegen zwischen großen Zellen ab und an auch kleine. Infolge der Abrundung derselben sind zahlreiche kleine Intercellularräume von kleiner dreieckiger oder spaltiger Gestalt entstanden. Das ganze Gewebe ist reich an protoplasmatischen Stoffen, enthält Chlorophyll und die Assimilationsprodukte desselben, Stärkekörner, Beides aber nur in geringer Menge. Es ist von zahlreichen ungegliederten Milchröhren durchbrochen, deren körniger gelber Inhalt tinktionsfähig mit Alkannin ist. Außerdem ist es mit mechanischen Elementen durchsetzt, die aus größeren und kleineren Bündeln von Bastfasern und Skerenchymfasern, mit hier und da eingesprengten Steinzellen und Elementen, die gleichsam den Uebergang von diesen zu Skerenchymfasern bilden, bestehen. Die Bastfasern haben auf dem Querschnitt teils polyedrische, teils und zwar seltener runde bis ovale Form. Außer einer deutlich abgegrenzten Hüllmembran ist eine Schichtung nicht zu bemerken. Das Lumen ist meist spaltig, seltener dreieckig und mißt bei einem Querdurchmesser der Faser von 0,023 mm ca. 0,003—0,007 mm. Letztere sind von bedeutender Länge und laufen spitz aus. Auf ihrem Verlauf ist das Lumen bald verschwindend klein, bald von oben angegebener Größe. Sie sind so gut wie garnicht verholzt und geben alle Cellulosereactionen. Infolge dieses chemischen Verhaltens heben sich die inmitten der Bastfasern oder neben ihnen liegenden stark verholzten Sklerenchymfasern nach Anwendung der Reagentien sehr characteristisch schon auf dem Querschnitt ab, auf dem sie sonst sehr dem Bilde der Bastfasern gleichen. Sie unterscheiden sich hier von diesen sonst nur durch die sehr feine Schichtung und das runde kleine Lumen. Auf dem Längsschnitt treten sie durch ihre Gestalt und die Tüpfelung sehr deutlich hervor. Besonders die einzeln im Parenchymgewebe liegenden Sklerenchymfasern waren sehr stark entwickelt und erreichten bei einer Länge von 0,33—0,35 mm einen Durchmesser von 0,04—0,06 mm.

Die bicollateralen Gefäßbündel bilden in der Fruchtschale einen Kreis und verlaufen vertikal und zu einander parallel. So erklärt es sich, da die Faserbündel naturgemäß in gleicher Richtung liegen, daß das äußere Fruchtblatt sich leicht längs spalten, jedoch nicht zerreißen läßt. Das extraxyläre Phloëm ist nach außen abgegrenzt durch mechanische

Elemente in Form von Bast und Sclerenchymfasern. Die Elemente desselben sind schwer zu differenzieren. Auf dem Querschnitt konnte man die Siebröhren an der Lichtbrechung der infolge Callusbildung entstandenen Polster obliterierter Siebplatten erkennen. Auf dem Längsschnitt zeichneten sich die Elemente durch ihre lange sehr zartwandige und prosenchymatisch zugespitzte Gestalt ab. Ungegliederte Milchröhren waren ihre Begleiter. Der Holzteil bildet keilartige radiale Strahlen, deren Spitze nach innen zu liegt. Hier beginnen sie mit spiralig und ringförmig verdickten Gefäßen, deren Durchmesser 0,01—0,012 mm beträgt. Weiter nach außen hin wächst das Lumen bis auf 0,018 mm. Von treppenartig verdickten Gefäßen gehen sie in spaltgetüpfelte über. Die einzelnen Glieder derselben haben eine Länge von 0,18—0,24 mm. Der Spalt der Tüpfel liegt horizontal, die Perforierung ist einfach.

Gleichsam eine Mittelschicht zwischen der äußeren und inneren Fruchtschale bildet ein sehr zartwandiges tangential gestrecktes, in radialer Richtung schließlich stark collabiertes Gewebe. Das Lumen der Zellen ist stets oblong, der tangentiale Durchmesser steigt von 0,032 auf 0,085 mm, während der radiale entsprechend von 0,028 auf 0,012 mm sinkt. Der vertikale Durchmesser schwankt zwischen 0,04—0,055 mm. Auf dem Längsschnitt haben die Zellen ebenfalls oblonge Gestalt. In dieser Partie, vorzüglich zwischen den letzten Zelllagen liegen noch große Milchröhren, mit körnigem gelbem Inhalt angefüllt, zerstreut. Ihr Lumen ist infolge des Druckes meistens oval und erreicht 0,028—0,03 mm Durchmesser.

Der nach innen gelegene spröde und brüchige Teil der Fruchtschale besteht aus 8—10 Lagen in vertikaler Richtung abgeflachter Sklerenchymfasern, die, in einander gekeilt, lückenlos und fest zusammen schließen. Auf dem Querschnitt (vertikaler Schnitt) haben sie ovale oder vorwiegend gepreßt polyedrische Gestalt. Das Lumen ist klein und spaltförmig oder dreieckig und hat höchstens 0,005 mm Durchmesser bei einer Breite der Fasern von 0,016—0,025 und einer Länge von 0,28—0,34 mm. Die Wandungen der Fasern sind stark sclerisiert und geben die bekannten Holzreactionen. Sie zeigen zahlreiche schiefliegende Spalttüpfel. Entsprechend der Lage derselben läßt sich das Gewebe leicht quer brechen, reißt dagegen nie glatt der Länge nach durch. Inhaltsstoffe sind nicht vorhanden. Der Querdurchmesser dieser Partie beträgt ca. 0,14 mm.

d. Samenschale.

Die Anatomie der Samenschale weicht von der der Fruchtschale gänzlich ab. Bei der makroskopischen Beschreibung der Samen war schon darauf hingewiesen, daß dieselben geflügelt, im übrigen aber mit einer zarten Schale bedeckt seien. Dementsprechend ist in bezug auf die Zellen der Epidermis zwischen zwei verschiedenen Formen zu unterscheiden. Da nämlich, wo die Flügel des Samen verlaufen, besteht die epidermiale Schicht aus großen in radialer Richtung gestreckten, verholzten und getüpfelten Parenchymzellen, die lediglich mechanischen Zwecken dienen. Sie sind rechtwinklig mit abgerundeten Kanten gebaut und auf dem tangentialen Schnitt polyedrisch. Ihr Querdurchmesser beträgt 0,027—0,036 mm in radialer Richtung. Mit Phloroglucin und Salzsäure geben sie starke Holzreaction. Da, wo das Flügelgewebe in das Gewebe der eigentlichen Samenschalenepidermis übergeht, ist die letzte Holzparenchymzelle etwas abgeschrägt. Die nächste epidermiale Zelle setzt etwas tiefer an, so daß eine kleine Bucht entsteht. Diese Zellen der Epidermis sind im Querdurchschnitt bis auf 0,025 mm gestreckt. Ihr radialer Durchmesser beträgt 0,012 mm. Sie sind cuticularisiert. Auf der Flächenansicht zeigen sie geradlinig begrenzte polyedrische Form.

Ihr Inhalt besteht in chlorophyllhaltigen protoplasmatischen Substanzen und ziemlich viel Stärkekörnern, die sich ohne weiteres durch die bekannte Jodreaction nachweisen ließen.

Unter der Epidermis bis etwas unterhalb der Grenze der verholzten Schicht liegt eine Zellreihe aus zartwandigem Parenchym, von ähnlicher aber größerer Form wie die Zellen der Epidermis selbst. Auf dem Längsschnitt haben sie quadratische Form und sind regelmäßig über einander gestellt. Sie enthalten viel Stärkemehl.

Das ganze übrige Gewebe der Samenschale bis dicht an die innere nicht scharf abgegrenzte Seite besteht aus zartem Parenchym, dessen Zellen zunächst tangential gestrecktes ovales, bald aber isodiametrisches Lumen besitzen. Auch auf dem Längsschnitt ist dies die Form der Zellen, so daß das ganze Gewebe reich an kleinen Intercellularräumen ist. Das parenchymatische Gewebe, das den Raum zwischen den verholzten epidermialen Lagen der Flügel einnimmt, ist zunächst oblong und kleinzellig, gewinnt nach innen zu an Größe und nimmt isodiametrische

Formen an. In diesem Gebiet ist eine große Menge von Kristallen, die aus Calciumoxalat bestehen und in diese dem Schutz dienende Region als überflüssiges Material abgeschoben sind, vorhanden. Sie kommen in verschiedenen Kristallformen, hauptsächlich als Rhomben und Würfel vor. Kristalldrusen dagegen treten nie auf. Dies ist insofern bemerkenswerth, als im übrigen gerade diese Kristallform in allen anderen Teilen von Gymnema silvestre allein auftritt. Es fanden sich Würfel und Rhomben von 0,014—0,02 mm Durchmesser.

Die Inhaltsstoffe des übrigen Gewebes der Samenschale bestehen aus protoplasmatischen Substanzen, an deren Rande kleine Fettkügelchen angebettet sind, die sich als solche durch die Reactionen mit Ueberosmiumsäure und Tinktion mit Alkannin zu erkennen gaben. Kristalle von Calciumoxalat traten hier nur ganz vereinzelt auf. In Bezug auf die Größenverhältnisse der Zellen ist noch zu bemerken, daß sie von etwa 0,03 auf 0,055 mm steigt.

Als letzte Schicht der Samenschale, die sich nur durch ihre radial collabierte Gestalt von der vorhergehenden unterscheidet, folgen noch einige Reihen inhaltloser Zellen. Das Gefäßbündel der Samenschale verläuft vertikal in der Richtung der Raphe. Es ist bicollateral. Die Gefäße bestehen aus Spiralgefäßen, deren größte einen Querdurchmesser von 0,007 mm erreichen.

Endosperm und Cotyledonargewebe.

Wie schon erwähnt, liegen die Keimlappen in einem Endosperm. Dasselbe besteht aus zartwandigem Parenchym, dessen Zellen geradlinig begrenzte rhombische oder polyedrische Form haben. Nach innen zu nimmt ihre Größe etwas zu. Ihr Inhalt besteht in protoplasmatischen Massen und Proteïnsubstanzen, die sich mit wässeriger Jodjodkalilösung tief gelb färbten. Daneben finden sich viele glänzende Oeltröpfchen. Dieselben waren schwerlöslich in Alkohol, verhältnismäßig leichtlöslich in Aether und Chloroform. Mit Alkannin ließen sie sich tingieren und bräunten sich durch Ueberosmiumsäure.

Das Cotyledonargewebe ist von großer Zartheit. Seine Struktur ließ sich am besten an Schnitten erkennen, die mit Alkohol ausgezogen und mit Carbolsäure aufgehellt waren. Die oberste Zellreihe besteht aus etwas gestreckten Zellen, die im Querschnitt wie Längsschnitt geradlinig begrenzte rechtwinklige Form haben. Auf dieselbe folgen 6

Lagen auf dem Querschnitt annähernd quadratischer, auf dem Längsschnitt polyedrischer Zellen. Daran schließt sich eine Zellreihe, deren Zellen in radialer Richtung gestreckt etwa die doppelte Länge ihres Querdurchmessers erreichen und nach innen zu abgeschrägt — polyedrisch — in das Mittelgewebe, nach außen zu mit horizontaler Fläche auf die innere epidermiale Zellreihe stoßen. Sie stellen das Palissadengewebe des Keimblattes dar. Die innere Epidermis besteht wieder aus etwas gestreckten, rechtwinklig gebauten, zartwandigen Zellen. Die Gefäßbündelanlage ist deutlich zu erkennen, sie hebt sich auf dem Querschnitt durch die characteristische Struktur ab.

Als wesentliche Inhaltsstoffe finden sich im Cotyledonargewebe protoplasmatische und proteïnartige Substanzen, sowie fettes Oel in allen Zellen. Letzteres löst sich in Aether und Chloroform auf, in absolutem Alkohol sehr langsam. Außerdem sind in der mittleren Region in regelmäßigen Abständen kleine Kristalldrusen zu bemerken. Dieselben bestehen aus oxalsaurem Kalk.

Der Haarschopf, der den Samen angefügt ist, besteht aus einzelligen, inhaltlosen Haaren, die sich in Kupferoxydammoniak und Schwefelsäure lösten. Auch durch die Chlorzinkjodreaction gaben sie sich als reine Cellulose zu erkennen. Sie hatten einen Durchmesser von 0,05 mm.

III. Mikrochemische Reactionen.

Bei der Beschreibung der anatomischen Verhältnisse habe ich ab und an auf die chemische Natur der in den verschiedenen Pflanzenteilen und Gewebearten vorkommenden Stoffe hingewiesen. Das größte Interesse unter diesen nehmen die Körper in Anspruch, die sich in den Palissaden und den Zellen des spongiösen Parenchyms als lichtbrechende glänzend helle runde Kugeln von geringer chemischer Affinität characterisierten und sowohl in Schnitten des nicht gekochten wie gekochten Materials auftreten. In Wasser und Alcohol waren sie selbst bei längerem Erhitzen unlöslich. In Aether, Chloroform und Benzol lösten sie sich beim Erwärmen auf. Gegen Kalilauge und Mineralsäuren, mit Ausnahme der Schwefelsäure, die sie zerstörte, waren sie unempfindlich. Mit Ueberosmiumsäure behandelt, nahmen sie nach öfterem Erwärmen eine braune Färbung an. Mit Kupferacetat sechs Tage hin-

durch maceriert, färbten sie sich etwas grün. Am besten ließen sie sich mit Alkanninlösung tingieren. Aehnliche Körper, die sich im Mesophyll der Blätter verschiedener Rubiaceen, Sapotaceen, Gramineen und Cinchoneen gefunden haben, beschreiben Radlkofer[1]) und Solereder[2]). Dieselben verhalten sich isotrop. Sie sind unlöslich in kaltem und kochendem Wasser und Alcohol, löslich dagegen in Aether, Chloroform, Xylol und Nelkenöl. Durch Ueberosmiumsäure werden sie braun bis schwarz gefärbt, durch Alkannin tingiert. Hingegen bleiben sie in einem Gemisch aus gleichen Theilen Kalilauge und Aetzammoniak unverändert und scheinen nicht verseift werden zu können. Körper von ähnlicher Gestalt und demselben Vorkommen, die sich von diesen in ihren chemischen Verhalten wenig unterscheiden, erwähnt noch Monteverde[3]). Er hält sie für harzreiche Fette. Im vorliegenden Falle möchte ich auch diese Körper für solche harziger Natur halten, besonders da die Analyse Hooper's die Gegenwart ätherlöslicher harzartiger Substanzen in den Blättern ergeben hat.

Vorherrschend war fast in allen Teilen der Pflanze das Auftreten oxalsauren Calciums, das als solches durch seine Unlöslichkeit in Essigsäure sowohl, wie durch die bekannte Schwefelsäurereaction identificiert wurde. Im Stamm und Blatt treten Kristalle dieses Salzes lediglich in Form kleinerer oder größerer Drusen auf, im ersteren vorwiegend im Mark und im Weichbast, im letzteren im spongiösen Parenchym, hauptsächlich aber im Verlauf der Blattspurstränge. Die Fruchtschale enthält merkwürdiger Weise keine Calciumoxalatkristalle. In der Samenschale wiederum treten dieselben in verschiedenen Kristallsystemen, nie aber als Kristalldruse auf, welch' letztere hingegen wir im Cotyledonargewebe als allein vorkommende Form antreffen. Stärkekörner waren im primären Rindenparenchym, in den Markstrahlen und im Mark des Stammes, ferner in geringer Menge in der Fruchtschale, in erheblichen Quantitäten in der Samenschale nachzuweisen. In dieser,

[1]) Radlkofer. Zur Klärung von Theophrasta und der Theophrasteen. Sitzungsbericht der mathematisch-physikal. Kl. der K. B. Akademie der Wissensch. zu München. 1889. Bd. 19 p. 221.

[2]) Solereder, Studien über die Tribus der Gaertnereen. Bernh. Hoch. (Bericht der D. bot. Gesellsch. 1890 p. 71.)

[3]) Monteverde, Ueber die Ablagerung von Ca. und Mg. oxalat in den Pflanzen. Petersburg 1889. (Ref. Botan. Centralbl. 1890. Bd. 43 p. 327.)

vornehmlich aber im Endosperm und Cotyledonargewebe finden wir reichliche Mengen fettartiger Substanzen, die die bekannte Ueberosmiumsäure-Reaction gaben. In den beiden letzteren Geweben waren Proteïnstoffe reichlich vorhanden. Sehr verbreitet durch fast alle Teile der Pflanze, im Stamm vorzüglich im Siebteil und Mark, bei den Blättern in der Nervatur, in der äußeren Fruchtschale ist der in langen ungegliederten Röhren aufgespeicherte Milchsaft von körnigem gelblichem Aussehen. Durch Aether und Alcohol wird er zur Lösung gebracht. Mit Ueberosmiumsäure und Alkannin färbt er sich braun bezw. rot. Er enthält harzige Stoffe, die das zweite von Hooper gefundene Harz der Blätter repräsentieren, in Emulsion. Besondere Farb- oder Gerbstoffe waren nirgends nachzuweisen. Ungemein reich war der Chlorophyllgehalt der Blätter.

IV. Die physiologische Wirkung und therapeutische Verwendbarkeit der Gymnemasäure.

In der Einleitung habe ich auf die zahlreichen Widersprüche hingewiesen, die in den Veröffentlichungen der verschiedenen Autoren über die Wirksamkeit der Gymnemasäure liegen. So behaupten Hooper, Quirini, Prof. Lewin und Dr. v. Oefele, daß die Säure Ageusie für Süß und Bitter bewirke, während hingegen Dr. Suchanneck und Prof. Rabow derselben eine ageusische Wirkung gegenüber bitteren Substanzen absprechen, bezw. nur eine geringe praktisch nicht verwertbare Beeinflussung der Geschmacksnerven in dieser Richtung zugeben. In Bezug auf die adstringierende, salzige und saure Geschmacksempfindung sind alle Autoren einig darin, daß dieselbe unberührt bleibe und ebenso klärten sich die Ansichten insofern, als die ageusische Wirkung für Süß unbestritten blieb und dieselbe auf eine Lähmung der betreffenden Geschmacksnerven zurückgeführt wurde.

Am Abschluß meiner im hiesigen pharmakologischen Institut unternommenen Untersuchungen erscheint ein neuer Beitrag über die Wirkung von Gymnema silvestre und der Gymnemasäure von Dr. Hopf (Leipziger Klinik) in den Therapeut. Monatsheften (Mai 95), in dem letzterer auf Grund seiner an 10 Personen vorgenommenen Versuche

zu der Schlußfolgerung kommt, daß die Gymnemasäure auch für Bitter ageusisch wirke und daß Medikamente wie Tr. Chinae spl, Extr. Condurang. fl., Tr. Strychni ꝛc. nach vorherigem Gebrauch von Gymnemasäure garnicht, reines Chinin nur etwas angenehm bitterlich schmecke.

Im folgenden gebe ich die Resultate meiner an 9 Personen vorgenommenen Prüfungen wieder, die, von denen des Dr. Hopf abweichend, volle Uebereinstimmung mit denen der Herren Prof. Dr. Rabow und Dr. Suchannek ergeben.

Bevor ich zu der Prüfung der Säure überging, machte ich unter Anleitung des Herrn Dr. Meßmer, dem ich für seine Mühewaltung und Unterstützung zu großem Dank verpflichtet bin, allgemein physiologische Versuche über die Geschmacksempfindlichkeit der verschiedenen Partieen der Zunge und der Mundhöhle in ähnlicher Weise, wie Dr. Suchannek sie beschreibt. Es wurde jedoch nicht nur mit süßen Substanzen (Zuckerlösung), sondern auch mit bitteren Mitteln (1 % Chininlösung), die Empfindlichkeit der Geschmacksfelder bestimmt und ich will gleich bemerken, daß für Süß die Zungenspitze am feinsten reagierte, für Bitter jedoch die Zungenränder empfindlicher schienen. Bittere Mittel wurden außerdem im Schlunde lebhaft wahrgenommen. Um ferner die Gymnemasäure in bekanntem procentualem Gehalt anwenden zu können, wurde vom Gebrauch der außerdem wenig angenehm schmeckenden Blätter abgesehen und es wurden nach dem von Dr. v. Oefele empfohlenen Verfahren Fol. Theae Pecco mit der reinen Säure zu 4 % imprägniert. Außerdem wurde letztere in wässeriger mittels etwas Natr. carbon. hergestellter Lösung und in Substanz in Anwendung gebracht. Die Wirksamkeit der Säure wurde an 9 Personen erprobt gegen den Geschmack von 1) Antipyrin, 2) Magnes. sulf, 3) Tinct. Chinae comp., 4) Extr. Colocynth, 5) Chinin. hydrochl. 1 und 2 wurden in 4 % bezw. 6 %, 4 und 5 in 1 % Lösung, 3 mit Wasser 1 : 15 verdünnt angewandt. Außerdem prüfte ich noch auf den Geschmack von Natr. salicyl (4 : 100), Kali chloric. (4 %), Ferr. sulfur. (1 %). Ich bemerke ausdrücklich, daß die verschiedenen Substanzen stets erst dann Geschmacksversuchen unterworfen wurden, wenn nach vorherigen Proben mit süß schmeckenden Mitteln eine volle Wirkung der Säure konstatiert worden war.

Die Resultate waren folgende: Die Antipyrinlösung schmeckte allen fast genau so, wie vor der Anwendung der Säure. Den Geschmack

der Bitterfalzlösung nahmen die einen weniger, die anderen deutlich, besonders im hinteren Gaumen — beim Schlucken wahr, obwohl mit 1 % Mundwasser von Acid. gymnem. gegurgelt wurde. Tr. Chinae cps., Extr. Colocynth. und Chinin. hydrochlor. schmeckten allen noch recht bezw. sogar sehr bitter, nur hielten einige die Dauer des bitteren Nachgeschmacks für abgekürzt. Dem metallischen Geschmack der Eisenlösung sowie dem der Kali chloric-Lösung gegenüber blieb jede Wirkung aus. Hingegen trat bei Lösungen des widerlich süßlich schmeckenden Natriumsalicylats ausgesprochener Erfolg ein, man nahm nur den etwas laugenhaften Geschmack wahr, und gleichen hier meine Beobachtungen denen des Dr. Hopf.

Ich kann demnach die Resultate der Prüfung der Gymnemasäure dahin zusammenfassen, daß dieselbe höchstens eine geringe Beeinflussung der bitter empfindenden Geschmacksnerven, nie aber eine Ageusie verursacht, die bitter schmeckenden Medikamenten gegenüber eine practische Bedeutung beanspruchen könnte. Dagegen bewirkt dieselbe völlige Ageusie für Süß und ist schon deshalb in anbetracht der zahlreichen an süßen Geschmacksperversitäten leidenden Diabetiker als eine wertvolle Bereicherung des Arzneischatzes anzusehen. Ob, wie Dr. v. Oefele und Dr. Hopf bei mehreren Versuchen bemerkt haben, bittere Parageusien, denen schwere Krankheiten (Ulcus ventriculi, Bronchitis foetida ꝛc.) zu Grunde liegen, erfolgreich mit Gymnema bekämpft werden können, ist eine andere und vorläufig, wo erst wenige diesbezügliche Versuche vorliegen, noch offene Frage, die weiter zu verfolgen nicht in das Gebiet der vorliegenden Arbeit gehört.

Was nun die Anwendung der Säure anbelangt, so bin ich, wie auch Dr. Hopf, zu der Ansicht gelangt, daß das Mundausspülen und Gurgeln mit wässerigen Lösungen nicht den Effekt haben, wie das Aussaugen der mit Säure imprägnierten Blätter. Statt der beim Saugen meistens mehr oder weniger bitter schmeckenden Theeblätter, möchte ich Flor. Aurantii zum Imprägnieren — die auch Dr. v. Oefele empfiehlt — vorziehen. Zu Versuchen bei krankhaften Parageusieen bitterer Natur dürften sich vielleicht als praktisch aus Sacchar. lact. hergestellte Tabletten, die je 0,01 gr. der Säure enthalten, erweisen.

Was endlich die Löslichkeitsverhältnisse der Säure anbetrifft, so sind die Angaben Hoopers, wie Quirini richtig angegeben hat, dahin zu korrigieren, daß dieselbe in Aether und Chloroform unlöslich ist.

Sie löst sich leicht in starkem Alkohol. In Wasser dagegen ist sie sehr schwer — nicht zu 1%, sondern nur zu ca. 0,6% — löslich. Leicht löslich ist das Kali und Natronsalz der Säure, so daß dieselbe in Wasser durch Zusatz von etwas Natr. oder Kal. carb. schnell und reichlich in Lösung gebracht werden kann.

IV. Gymnema hirsutum.

a. Das Laubblatt.

Die Zellen der oberen Epidermis sind meistens etwas längs gestreckt. Ihr Längsdurchmesser beträgt 0,014—0,02 mm, ihr Querdurchmesser 0,014 mm. Die Cuticula ist stark und auf der Flächenansicht, auf der die Zellen geradlinig begrenzte polyedrische Form haben, sieht man, daß sie gestrichelt ist. Die Haare sind konisch, 4—8 zellig, auf der Außenseite mit kleinen Wärzchen besetzt, in den Innenwandungen oft stark verdickt. Spaltöffnungen fehlen der inhaltlosen oberen Epidermis. Die eine Zellreihe bildenden Palissaden bestehen aus ca. 0,05 mm langen, 0,008 mm breiten, chlorophyllreichen Zellen. Da wo die primären und sekundären Nerven verlaufen, sind sie durch ein collenchymatisches Gewebe verdrängt. Das Schwammparenchym besteht aus unregelmäßigen teils isodiametrischen, teils oblongen chlorophyllhaltigen Zellen. In seiner mittleren Region liegen hier und da große Kristalldrusen aus Calciumoxalat. Die Zellen des Mesophyll enthalten die bei **Gymnema silvestre** beschriebenen runden harzartigen Kügelchen. Die untere Epidermis besteht aus kleinen längsgestreckten Zellen von 0,017 mm Länge und 0,011 mm Breite. Auf dem Flächenschnitt von geradlinig begrenzter polyedrischer Gestalt, sind sie mit deutlich gestrichelter Cuticula bedeckt. Die Behaarung entspricht der der oberen Epidermis. Die zahlreich vorhandenen Spaltöffnungen sind klein mit gestrecktem schmalen Spalt.

Im bicollateralen medianen Gefäßbündel bildet das Xylem radiale, nach beiden Seiten sichelförmig abnehmende, nach der Blattunterseite zu vorstoßende Strahlen aus anfangs spiralig und ringförmig, später getüpfelt verdickten Gefäßen. Der hier liegende Siebteil ist begleitet von zahlreichen gekammerten Kristallschläuchen, die mit Kristalldrusen aus Calciumoxalat angefüllt sind, sowie von ungegliederten Milchröhren,

die einen körnigen, gelblichen Inhalt führen. An das Phloëm schließt sich zartwandiges an großen Kristalldrusen reiches Parenchymgewebe an, das nach außen von einem kräftigen Collenchymstreifen begrenzt wird. Derselbe umfaßt in der Mitte etwa 5 Zelllagen und nimmt nach beiden Seiten zur Blattspreite hin ab, sich bis zur dritten epidermialen Zelle erstreckend. Die Zellen sind vertikal gestreckt, ihr Lumen, das von 0,022 mm Durchmesser auf dem Querschnitt auf 0,01 mm nach außen hin abnimmt, ist isodiametrisch oder oblong. Die den Nerv bedeckende Epidermis besteht aus kleinen englumigen, verdickten Zellen. Auf der Flächenansicht heben sie sich von den Epidermiszellen der Blattspreite durch ihre rechtwinklige Gestalt ab. Dem schwächer entwickelten oberen Siebteil fehlen die Kristallschläuche. Milchröhren sind vorhanden. Das Parenchym enthält wenige Kristalldrusen. Der Collenchymstreifen umfaßt in der Mitte 3 Zelllagen und verjüngt sich schnell zur Blattspreite, in seinem Verlauf das Palissadengewebe verdrängend.

b. Der Stamm.

1. Außenrinde.

Die Zellen der Epidermis sind annähernd quadratisch gebaut. Ihr Durchmesser schwankt in den drei Richtungen zwischen 0,011 bis 0,014 mm, meist ist der tangentiale etwas größer als der radiale. Das Lumen ist infolge der Verdickung der Zellmembran reduziert und oval. Die konischen 4—6zelligen Haare sind mit kleinen Wärzchen besetzt. Alle Zellen sind stark cuticularisiert und inhaltlos. Es folgen 4—6 Korklagen, deren Zellwände bräunlich gefärbt sind. Die Zellen sind tangential und vertikal gestreckt. Der radiale Durchmesser beträgt 0,009—0,015, der tangentiale 0,018—0,02, der vertikale 0,026 bis 0,028 mm. Das deutlich erkennbare Korkcambium hat hier und da kurze Streifen primären Rindenparenchyms abgeschnitten und außer Thätigkeit gesetzt. Dieselben sind völlig sclerisiert und liegen als Steinzellen innerhalb des Korkes. Der Durchmesser der Außenrinde beträgt ca. 0,085 mm.

2. Mittelrinde.

Die ersten 2—3 Zellreihen des primären Rindenparenchyms sind etwas collenchymatisch verdickt. Ihr Lumen ist auf dem Querschnitt tangential gestreckt oval und vergrößert sich etwas nach innen zu,

in radialer Richtung von 0,01 auf 0,017, tangential von 0,014 auf 0,02, vertikal von 0,02 auf 0,028 mm. Das übrige Gewebe der Mittelrinde ist zartwandiges nach innen zu auf dem Querschnitt kleinlumiger werdendes Parenchym, oft nicht regelmäßig auf einander gebaut, mit abgerundeten Ecken und von kleinen Intercellularräumen, hier und da auch von Zweigen von Milchröhren durchsetzt. Es enthält neben protoplasmatischen Substanzen etwas Stärkemehl und Kristalldrusen aus Calciumoxalat. Der Querdurchmesser der Mittelrinde beträgt 0,13 mm.

3. Innenrinde.

Der Siebteil ist nach außen durch Bastfaserbündel abgegrenzt. Die Fasern sind in radialer Richtung zusammengepreßt, undeutlich geschichtet und besitzen ein verschwindend kleines Lumen. Ihre Länge ist bedeutend, ich isolierte Fasern von 0,95 mm. Ihr Lumen bleibt auf dem ganzen Verlauf verschwindend klein und plötzliche bauchige Erweiterungen konnte ich im vorliegenden Falle nicht finden. Ihr tangentialer Durchmesser beträgt 0,011—0,018, ihr radialer 0,009—0,013 mm. Die Siebröhren waren obliteriert und nur noch an der Lichtbrechung der callös verdickten Platten zu erkennen. In großer Zahl treten Kristallschläuche, angefüllt mit Kristalldrusen aus Calciumoxalat auf. Die einzelnen Kammern mit den zarten Querwänden haben einen radialen Durchmesser von 0,008, einen vertikalen von 0,012 mm. Das Parenchym besteht aus in vertikaler Richtung bis zu 0,07 mm gestreckten dünnwandigen Zellen, deren radialer Durchmesser 0,008—0,012, tangential 0,02—0,026 mm beträgt. Ihr Lumen ist oval. Der Querdurchmesser der Innenrinde beträgt 0,11 mm.

4. Der Holzteil.

Der Holzkörper besteht vorwiegend aus Libriformfasern; daneben findet sich wenig verholztes Parenchym. Die Tracheen und Tracheïden sind unregelmäßig im Holz zerstreut. Erstere bestehen in den primären Gefäßbündeln vorwiegend aus Spiralgefäßen, neben denen sich hin und wieder ringförmig verdickte finden. Nach außen gehen sie alsbald in getüpfelte über. Im allgemeinen steigt der Querdurchmesser der Gefäße in dieser Richtung, jedoch so, daß am äußeren Holzrande neben sehr großen Tracheen auch solche mit mittelgroßem Lumen liegen. Messungen ergaben in dieser Beziehung 0,008, 0,014, 0,02, 0,029, 0,038, 0,05 mm (bzw. 0,028—0,03). Die Länge der Abschnitte be-

trägt 0,17—0,23 mm. Die Querwände liegen meistens schräg und sind ganz durchbrochen. Die Perforierung ist rund. Die spaltförmigen behöften Tüpfel liegen mit dem Spalt horizontal. Die Tracheïden sind rund hofgetüpfelt und erreichen bei einer Länge von 0,2 mm einen Durchmesser von 0,017 mm. Verholztes Parenchym ist hauptsächlich in der Umgebung der primären Gefäßbündel vorhanden. Die Zellen desselben sind rechtwinklig gebaut, vertikal gestreckt (—0,06 mm) und einfach rund getüpfelt. Die Hauptmasse des Holzes besteht aus Prosenchymfasern, dieselben sind hofgetüpfelt mit schräg liegendem Spalt. Sie erreichen bei einem Querdurchmesser von 0,012 mm eine Länge von 0,28 mm und laufen sehr spitz aus. Die Markstrahlen verlaufen einreihig. Ihr Lumen ist sehr schmal und radial gestreckt. In vertikaler Richtung gestreckt, messen sie hier 0,047—0,05 mm, während ihr radialer Durchmesser 0,014, ihr tangentialer nur 0,005—0,007 mm beträgt. Sie sind verholzt und einfach, da wo sie an die Gefäßwandungen stoßen, behöft getüpfelt, und enthalten etwas Stärkemehl.

Das intraxyläre Phloëm und Mark.

Das intraxyläre Phloëm des bicollateralen Gefäßbündels bildet eine unregelmäßig begrenzte, kontinuierliche Schicht, die an das Holz unmittelbar angrenzt. Es ist von Milchröhren, nie aber von Kristallschläuchen begleitet und characterisiert sich auf dem Längsschnitt nur noch durch die zartwandige prosenchymatisch zugespitzte Gestalt des Gewebes. Das Mark besteht aus vertikal gestreckten und regelmäßig über einander gestellten, auf dem Querschnitt isodiametrischen Zellen. Der Querdurchmesser derselben steigt nach innen zu, wo das Gewebe lockerer wird und teilweise schon geschwunden ist, von ca. 0,015 auf 0,035 mm, jedoch nicht absolut regelmäßig, so daß nach innen kleine Zellen zwischen vorherrschend großen liegen. Entsprechend fällt ihr vertikaler Durchmesser etwas, von 0,06 mm auf 0,05 mm. Das ganze Mark ist mit zahlreichen ungegliederten Milchröhren von ca. 0,018 mm Weite durchsetzt, deren gelblich körniger Inhalt harziger Natur ist und sich mit Alkannin tingieren läßt. Die Markzellen enthalten teils große Kristalldrusen aus Calciumoxalat, teils Stärkekörner.

Vergleich der Anatomie von Gymnema silvestre, hirsutum, trinerve, brevifol., Muelleri, fruticulos., microden. u. stenophyllum.

Den vorstehend geschilderten Bau der Stämme von Gymnema silvestre und Gymnema hirsutum, welche ich mit Rücksicht darauf, daß diese beiden die wirksame Säure enthalten, zusammengestellt und sehr eingehend beschrieben habe, kann man unter Berücksichtigung aller bei der späteren Untersuchung der nun folgenden Gymnema-Arten gefundenen Verhältnisse als characteristisch und typisch bezeichnen. Die anatomischen Verhältnisse sind in den aufbauenden Elementen und in ihrer Anordnung absolut ähnlich und weichen, wenn wir die anormale Entwicklung des Xylemteils bei Gymnema silvestre ausnehmen, nur in der größeren oder geringeren Menge einzelner Elemente ab. So ist der Reichtum an Kristallschläuchen auffallend groß bei Gymnema fruticulos, silvestre und hirsut., geringer bei Gymnema Muelleri, microden., brevifol. und trinerve. Das intraxyläre Phloëm war in allen Fällen als kontinuierliche das Mark vom Holz trennende Schicht vorhanden und besonders stark entwickelt bei Gymnema microdenia. Ungegliederte Milchröhren waren zahlreich vorhanden bei Gymnema fruticolos., silvestre und hirsutum, in mittlerer Menge bei Gymnema Muelleri, weniger bei Gymnema microdenia, trinerve und brevifol. Auf die Uebereinstimmung der anatomischen Verhältnisse des Holzteils bei den Asclepiadaceen hat bereits Solereder hingewiesen. Das hofgetüpfelte Prosenchym, die schmalen vorzugsweise (hier stets) einreihigen Markstrahlen und die einfache Gefäßperforation finden wir auch hier als characteristische, systematisch verwertbare Kennzeichen. Dagegen bieten die anatomischen Verhältnisse der Blätter der genannten Gymnemen durchweg mehr oder minder bedeutende Unterschiede, wenn mir die bereits beschriebenen Gymnema silvestre und hirsutum ausnehmen, bzw. die anderen in Vergleich zu diesen stellen.

So finden wir bei Gymnema trinerve folgende Verhältnisse. Die obere Epidermis besteht aus etwas gestreckten (Qu. Sch.), auf der Flächenansicht polyedrischen Zellen mit starker, sehr intensiv gestrichelter Cuticula. Die Behaarung ist gering, die 4—6 zelligen konischen Haare sind stark „getüpfelt", und die obere Epidermis ist mit Spaltöffnungen

dicht besät. Die Palissadenschicht ist einreihig und chlorophyllreich. Das Schwammparenchym enthält neben Chlorophyll Kristalldrusen aus Calciumoxalat. Die bei Gymnema silv. und hirsut. beschriebenen lichtbrechenden Harzkügelchen sind nicht vorhanden. Die Zellen der unteren Epidermis, die ebenfalls viele Spaltöffnungen zeigt, besitzen bei geringer Größe und starker Wandverdickung ein nur kleines Lumen. Die Cuticula ist hier nicht gestrichelt. Der Bau des medianen Nerven ist analog dem von Gymnema silvestre und hirsutum.

Bei Gymnema brevifol. besteht die obere Epidermis aus großen, schwach längs gestreckten (Qu. Sch.), auf der Flächenansicht polyedrischen Zellen mit großem Lumen. Die Cuticula ist normal entwickelt und nicht gestrichelt. Die vereinzelt vorhandenen Haare sind 2—4zellig und haben dünne Wandungen bei verhältnißmäßig großem Lumen, Wärzchen fehlen. Die Palissadenschicht ist zweireihig und enthält neben Chlorophyllkörnern hier und da Kristalldrusen aus Calciumoxalat. Das spongiöse Parenchym enthält ziemlich viele Drusen. Die Harzkörperchen fehlen dem Mesophyll. Die untere Epidermis besitzt zahlreiche Spaltöffnungen ist stark cuticularisiert, die Cuticula aber nicht gestrichelt. Die Zellen sind rechtwinklig gestreckt, auf der Flächenansicht polyedrisch. Im medianen Gefäßbündel ist der Collenchymstreifen der Nerv-Oberseite nur zweireihig und schmal entwickelt. Die Palissadenschicht wird hier ganz, bei den Nerven 2. Grades bis auf eine Reihe unterbrochen.

Die Zellen der oberen Epidermis von Gymnema Muelleri sind gestreckt, auf der Flächenansicht polyedrisch gebaut und sehr stark cuticularisiert und gestrichelt. Das Lumen der Zellen ist groß. Spaltöffnungen sind in ziemlicher Anzahl vorhanden. Die Haare sind konisch 2—4 zellig. Die Palissadenschicht ist einreihig, im Verlauf des Hauptnerven unterdrückt. Der Inhalt des Mesophylls besteht aus Chlorophyllkörnern und vereinzelten Kristalldrusen aus Calciumoxalat. Die Zellen der unteren Epidermis sind annähernd so groß wie die der oberen. Spaltöffnungen sind in erheblicher größerer Anzahl vorhanden. Die Cuticula ist gestrichelt, die Haare besitzen Verdickungen in Form kleiner Wärzchen.

Die obere Epidermis von Gymnema fruticulos. besteht aus rechtwinkligen, auf dem Querschnitt polyedrischen geradlinig begrenzten Zellen mit schwach getüpfelter Cuticula. Spaltöffnungen fehlen. Die konischen 4—8 zelligen Haare mit stark verdickten Wänden und meist

reduciertem Lumen sind mit Wärzchen besetzt. Die Palissadenschicht ist einreihig und nur im Verlauf des Hauptnerven unterbrochen. Im spongiösen Parenchym sind Calciumoxalatdrusen nicht nur in der mittleren Region, sondern auch in den den Palissaden anliegenden Zellen hier und da vorhanden, bisweilen gleichsam zwischen den Spitzen der Palissaden eingeschoben. Die untere Epidermis besteht aus kleinlumigen Zellen mit wenig deutlich gestrichelter Cuticula und zahlreichen Spaltöffnungen Die Behaarung entspricht der der oberen Epidermis, der Bau der Gefäßbündel völlig dem bei Gymnema silvestre und hirsutum beschriebenen.

Bei Gymnema microdenia finden wir ziemlich kleine, verdickte und stark cuticularisierte Zellen der oberen Epidermis. Die Cuticula ist nicht gestrichelt, Spaltöffnungen fehlen. Die Zellwände haben auf der Flächenansicht teils geradlinige teils konturierte Form. Die Haare sind konisch, mit wärzchenartigen Verdickungen. Die einreihige Palissadenschicht besteht ans verhältnißmäßig kleinen Zellen und ist nur im Verlauf des medianen Nerven unterbrochen. Das spongiöse Parenchym führt in der mittleren Zone Kristalldrusen, Harzkörper fehlen dem Mesophyll. Die Zellen der unteren Epidermis zeigen auf dem Querschnitt rechtwinklige Form, auf der Flächenansicht sind sie wellig konturiert. Die starke Cuticula ist nicht gestrichelt. Die Spaltöffnungen sind klein und zahlreich.

Der mediane Nerv zeichnet sich dadurch aus, das bei sichelartig gebautem Gefäßstrang die Collenchymschicht der Oberseite sehr schwach — einreihig — entwickelt, die der Unterseite stark gebaut ist. Infolge dessen ist der Nerv hier stark hervorgewölbt und hinterläßt andererseits auf der Oberfläche eine Rinne, ist hier eingezogen.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich bei Gymnema stenophyllum, wo ebenfalls infolge des sichelförmigen Baues des Gefäßbündels bei nur einreihiger Entwicklung des Collenchymstreifens der Oberseite des Blattes der Nerv eine Rinne hinterläßt, während er unterseits stark hervorgewölbt ist. Die obere Epidermis besteht aus schwach gestreckten Zellen mit gestrichelter Cuticula und vielen Spaltöffnungen. Die Palissadenschicht ist einreihig und besteht aus verhältnißmäßig kurzen Zellen. Im spongiösen Parenchym finden sich in der mittleren Zone Kristalldrusen aus Calciumoxalat. Die untere Epidermis besteht aus kleinen rechtwinkligen, auf der Flächenansicht polyedrischen Zellen mit